

**ESTIMATIVA PRECOCE DA PRODUÇÃO DE VINHO PELO
MÉTODO AEROPOLINICO
1 – REGIÃO DEMARCADA DO DOURO (RDD)**

**EARLY ESTIMATE OF WINE PRODUCTION BY MEANS OF
AIRBORNE POLLEN**

1 - DEMARCATED REGION OF THE DOURO

M. Cunha¹, P. Costa², I. Abreu³, P. Pinto⁴, R. Castro⁵

¹ S.A. de Ciências Agrárias da Fac. de Ciências U.P. – R. do Monte Vairão – 4480 Vila do Conde.
E-mail: mcunha@icav.up.pt

² ADVID – Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense; advid@mail.telepac.pt

³ Departamento de Botânica da Faculdade de Ciências da U.P.; inoronha@ibmc.up.pt

⁴ ISA – Instituto Superior de Agronomia – Tapada da Ajuda – 1339 LISBOA Codex

⁵ ISA – Instituto Superior de Agronomia – Tapada da Ajuda – 1339 LISBOA Codex.

(Manuscrito recebido em 30.07.99. Aceite para publicação em 22.10.99)

RESUMO

Com o objectivo de prever a produção anual de mosto na Região Demarcada do Douro (RDD), desde 1992 temos vindo a proceder à monitorização da concentração polínica da atmosfera (CPA) em dois locais estratégicos da região, utilizando o “Método Cour” (Cour,1974).

Com a série de dados pólen/produção obtidos, construímos e validamos um modelo baseado na concentração polínica, que explica 93% da variação da produção, de acordo com a avaliação estatística efectuada.

Os valores das capturas polínicas referentes a 1999 e ajustadas ao referido modelo, **apontam para um valor médio de produção de mosto de 220.000 pipas de 550 L**, sendo o intervalo de confiança da média ($p < 5\%$) de 166.000 a 260.000 pipas. Um intervalo de confiança da média prevista mais reduzido - 174.000 a 250.000 pipas – implica um aumento do risco de fiabilidade da previsão ($p < 10\%$).

Apesar de um défice hídrico mais acentuado no período pós-floral, na RDD, comparativamente

com outras regiões, onde este método tem sido desenvolvido, as flutuações interanuais da produção parecem depender em primeiro lugar da concentração polínica, relegando para segundo plano aquele efeito.

Palavras Chave: Viticultura, Previsão, Colheita, RDD, Clima, Pólen

Key Words: Viticulture, Forecast, Vintage, Demarcated Region of the Douro, climate, Pollen

INTRODUÇÃO

A especificidade da produção Duriense, relativamente a outras regiões vitícolas, origina necessidades acrescidas do conhecimento antecipado do volume anual da colheita. Na RDD, confluem no mesmo espaço duas Denominações de Origem: Porto e Douro. Sendo o Vinho do Porto uma denominação de prestígio, é necessário proceder anualmente à quotização da sua produção. No actual quadro institucional da RDD, a previsão da produção é uma informação indispensável para que, conjuntamente com outras variáveis, seja possível chegar à definição mais correcta possível do quantitativo de benefício no respeito do critério qualitativo subjacente e, na necessidade consequente de aprovisionamento de aguardente (volume de negócios entre 2 e 4 x 10⁶ contos) (IVP, 1996).

A previsão da produção de vinho de uma região, requer basicamente dois tipos de informação: uma relativa à dimensão das superfícies em produção e que pode ser facultada pelos respectivos cadastros e, outra, proveniente das estimativas do rendimento.

Para o cálculo destas estimativas foram desenvolvidas diversas metodologias. Umas - “modelos climáticos” - privilegiam o clima como origem das flutuações da produção (Gerbier e Remois, 1977; Terraja, 1981; Besselat, 1987; Besselat e Cour, 1990; Baugnet, 1991); outras - “modelos bioclimáticos” – baseiam-se na estimativa precoce de um ou vários componentes biológicos da produção: nº de cachos, nº de bagos e peso dos bagos (Wurgler *et al.*, 1955; May, 1961; Pofique e Ancel, 1982; Schneider, 1995).

A percepção da acção integrada dos factores anteriormente referidos, justificou o incremento da atenção dada a metodologias baseadas na análise da fracção polínica da atmosfera em locais estratégicos, actualmente utilizada com sucesso

em várias regiões vitícolas de Portugal, sendo designada por “Modelo Pólen”. Com efeito, a dosagem de pólen possibilita integrar dados climáticos, conhecidos anteriormente como factores responsáveis pelo volume da produção (incluindo os acidentes pré-florais), a superfície vitícola, o número de flores e as inflorescências presentes na altura da floração.

O método de captura e análise laboratorial do pólen, desenvolvido por Cour (1974), quando comparado com outros métodos de análise apresenta níveis superiores de pólen (Belmonte *et al.*, 1988). A reduzida quantidade de pólen de *Vitis*, tem promovido a sua difusão para a previsão de colheitas em viticultura.

Dada a importância da previsão da produção para a RDD, a Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense (ADVID) em colaboração com o Instituto do Vinho do Porto (IVP), suportaram, em 1992, os custos de instalação de dois postos de captação polínica na RDD, que se mantêm actualmente em funcionamento com excelentes resultados (Cunha, 1996). Em 1997, com apoio do PAMAF IE&D foi obtido o suporte financeiro para a continuidade dos estudos actualmente em curso.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

Os dados da **produção vitícola** da RDD, utilizados na construção do modelo, foram cedidos pela Casa do Douro e resultam do tratamento das declarações de produção dos viticultores, no período entre 1992 e 1998.

A **amostragem polínica** da atmosfera é realizada com os seguintes equipamentos:

- porta filtros (Labover) com interceptor de fluxo (Cata-vento). As unidades filtrantes verticais de 400 cm², são substituídas duas vezes por semana;
- estação de vento anemo-direccional (Cimel-Enerco 402), com dois sensores independentes para a quantidade e direcção do vento.

Estes equipamentos estão instalados na Freguesia de Cambres a uma cota de 18 metros e na freguesia de Valença do Douro a uma cota de 7 metros (Figura 1).

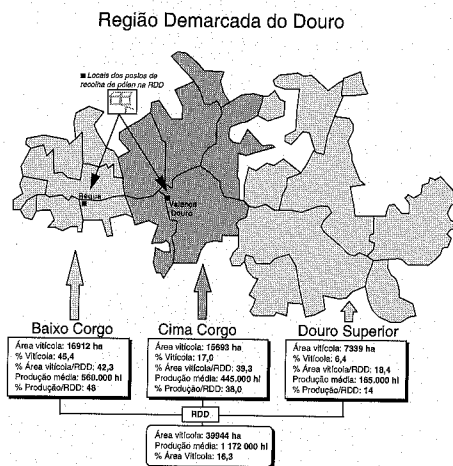


Fig. 1 – Caracterização das estruturas fundiárias e produtivas da RDD e localização da amostragem polínica na região.

Characterisation of the land and productive structures of RDD and location of the airborne sampling station in the region.

Estes dois locais permitem uma amostragem considerada representativa das estruturas fundiárias e produtivas, constituída por cerca de 82% da área total de vinha e de 86% da produção total da Região.

Actualmente, para cada local possuímos 7 pares pólen/produção, referentes às colheita de pólen durante as florações de 1992 a 1998. A quantidade de pólen captada em 1999, é utilizada para formular uma previsão.

No laboratório, os filtros são analisados segundo o método Cour (1974). Os resultados são apresentados utilizando diferentes unidades de referência para o estabelecimento da relação pólen/produção regional:

- grãos de pólen por cm^2 de filtro ou por unidade filtrante (400 cm^2) durante o período de exposição;
- grãos de pólen numa secção de fluxo de 1 m^3 transportados por m^3 de ar, considerando o comprimento da coluna de ar filtrado medida pelo anemómetro totalizador.

Utilizamos a média da **quantidade de pólen** ((pólen Régua + pólen Valença)/2), captado em ambas as estações. Para os anos em estudo, conseguimos

melhores previsões da produção regional com o tratamento conjunto do pólen captado em ambas as sub-regiões do que a obtida com os valores de apenas um posto. Besselat (1990), refere que, em regiões inteiramente fraccionadas por vales, a colocação de vários postos analisados em conjunto, permite uma melhor constatação das variações anuais inter-regionais que a sua análise discreta. Na região do Champanhe, com um relevo acentuado, Panigai e Moncomble (1988) referem resultados idênticos.

Construção e validação do modelo

Para a construção do modelo, procedeu-se à análise dos resíduos para testar a homogeneidade da variância e escolha do tipo de tendência. No caso de modelos lineares ou linearizáveis, os parâmetros são estimados pelo método dos mínimos quadrados, recorrendo ao programa SPSS versão 9.0. Uma vez obtida a estrutura do modelo, este poderá ser utilizado para efectuar previsões, isto é, para estimar variáveis endógenas associadas a valores das variáveis exógenas.

O posterior ajustamento foi analisado, por um lado, pelo coeficiente de determinação (R^2) e também pelo desvio em valor absoluto entre os dados reais de produção e os dados ajustados à curva de regressão.

Para a avaliação da **capacidade preditiva extramostral** dos modelos recorremos à “multivalidação” (*cross-validation*) (Leamer, 1983) que consiste em eliminar uma observação da amostra e estimar o modelo com as restantes observações, para prever o dado não utilizado. A operação é repetida T vezes, deixando de fora de cada vez, um elemento diferente da amostra. A soma dos quadrados dos resíduos de predição, designa-se PRESS (Prediction Errors Sum of Squares). O modelo seleccionado é o que apresenta um **menor valor da PRESS**.

A generalização da aplicação do método só poderá ocorrer a médio prazo, após o correcto estabelecido do ajustamento entre a intensidade de polinização e o volume de produção, para o qual é necessário um maior número de anos de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento do modelo emissor foi estudado recorrendo à análise da distribuição temporal das emissões polínicas. Para os dois locais da RDD a

análise intra e inter anual da Figura 2, permite adiantar os seguintes comentários:

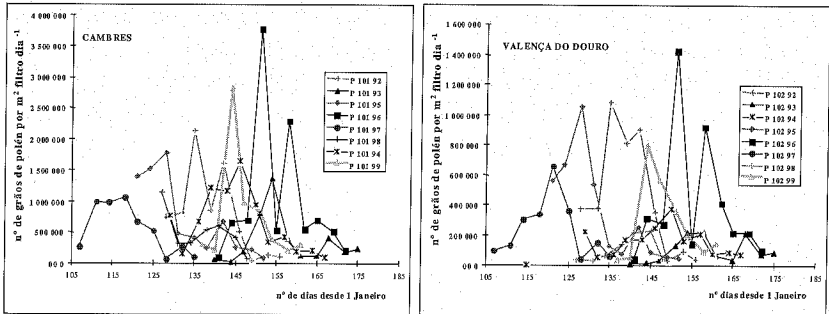


Fig. 2 - Distribuição temporal dos fluxos polínicos em dois locais da RDD para os anos 1992 a 1999.

Temporary distribution of the pollen dispersal in two sites of RDD for the years 1992 to 1999

- Em 1999 os primeiros filtros foram colocados na altura própria;
- As emissões polínicas em 1999, foram concentradas num período muito curto, primeira indicação de uma maturação homogénea;
- Em Cambres e Valença do Douro os períodos principais de polinização ocorreram entre os dias 24 e 27 de Maio;
- Neste período, verificaram-se temperaturas entre os 20 e 25° e ausência de precipitação, condições que permitiram um bom vingamento. Em observações de campo, verificamos uma dimensão dos cachos superior à média, com um elevado número de bagos vingados.

O gráfico de análise dos resíduos (Figura 3) mostra que a sua variância aumenta muito, com o aumento dos valores ajustados da produção, o que

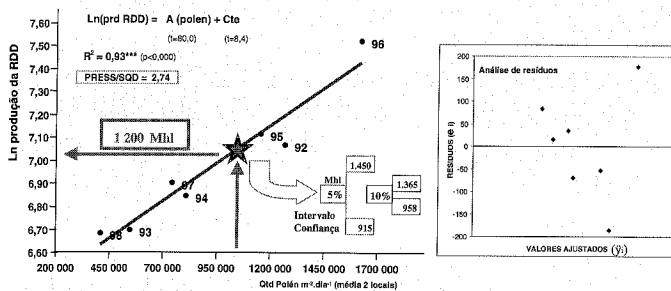


Fig. 3 – Forma funcional do Modelo linearizado e ajustado para a RDD, análise de resíduos, exercício de previsão para 1999 e respetivo intervalo de confiança da média.

Functional form of the Model adjusted for RDD, residual analysis, yield prediction for 1999 and respective mean confidence interval.

sugere a existência de violação da hipótese de homogeneidade da variância. Por este motivo, procedemos a uma transformação do tipo exponencial da produção. Para a estimação dos parâmetros do modelo pelo método dos mínimos quadrados ordinários, procedemos à sua linearização:

$$y = \beta_0 e^{\beta x} \varepsilon \rightarrow \ln y = \ln \beta_0 + \beta x + \ln \varepsilon \rightarrow y' = \beta'_0 + \beta x + \varepsilon'$$

Considerando os anos utilizados na construção do modelo, a produção média foi de 1.103×10^3 l, oscilando entre os 792×10^3 l em 1998, valor que se aproxima da produção mais baixa do século e os 1.822×10^3 l em 1996, valor próximo dos 1.960×10^3 l de 1990 conhecido como a maior produção da RDD. A amplitude dos dados utilizados na construção do modelo, permite a formulação de previsões com este modelo, com um amplo intervalo de validação.

O modelo ajustado para a RDD pode ser consultado na figura seguinte. Verifica-se que, não obstante o reduzido número de pontos considerado, o valor de R^2 é muito significativo e o teste de multivalidação cruzada (PRESS/SQD) dá-nos a indicação da elevada capacidade predictiva do modelo.

Os valores das capturas polínicas referentes a 1999 e ajustadas ao referido modelo, **apontam para um valor médio de produção de vinho de 220.000 pipas de 550 L**, sendo o intervalo de confiança da média ($p < 5\%$) de 166.000 a 260.000 pipas. Permitindo um maior risco de estimativa ($p < 10\%$), obtém-se uma diminuição do intervalo de confiança da média para valores de 174.000 a 250.000 pipas.

A confirmação deste valor representa uma colheita para a RDD em 1999 cerca de 10% acima da média da região.

Por outro lado, na RDD observa-se um acentuado défice hídrico, acompanhado por elevados níveis de irradiância, temperatura e défice de pressão de vapor na fase pós floral. Para os meses de Abril a Setembro, que geralmente cobrem a fase activa do ciclo vegetativo, os valores de precipitação atingem cerca de 200mm ou seja apenas 20% do total de precipitação anual. Para os meses de Julho a Setembro (maturação), a precipitação média é de 50 mm sendo bastante inferior nas zonas mais orientais da RDD.

A informação climática anterior sugere uma forte influência dos factores pós florais no potencial de colheita determinado na floração. Todavia, o modelo apresentado permite explicar cerca de 93% das flutuações inter anuais da produção através da quantidade de pólen na floração, o que retira importância, até agora atribuída aos factores pós florais, nomeadamente a falta de água no período estival.

Na Régua, os valores de água no solo na 1ª década de Setembro (final da maturação), em 80% dos anos são iguais ou inferiores a 5,3% da capacidade

de água utilizável (CAU(média)= 150mm) (Reis e Lamelas, 1988). Assim, embora se verifiquem níveis muito baixos de água no solo, a sua elevada frequência de ocorrência, dificilmente poderá ser considerada como uma variável concorrente à explicação das flutuações inter-anuais da produção.

Adicionalmente, a secura estival apenas pode ser conhecida, pouco tempo antes da vindima e a sua inclusão num modelo implica uma perda de oportunidade das previsões, que lhe retira qualquer utilidade.

CONCLUSÃO

Apesar da forte heterogeneidade da Região: clima, castas, idade das vinhas, sistemas de implantação, orografia que dificulta a drenagem do pólen e déficit hídrico no período pós-floral mais acentuado que em outras regiões onde este método tem sido utilizado, a relação pólen/produção para os anos actualmente disponíveis apresenta uma tendência correcta.

A fiabilidade dos modelos testados, permite disponibilizar informação oportuna sobre a produção, passível de utilização como suporte de medidas orientadoras do sector.

Globalmente não podemos subestimar, para além dos resultados polínicos, a riqueza da informação de dados agronómicos e climáticos, conseguida através do seguimento dos protocolos de acompanhamento, que poderão ser elementos susceptíveis de melhorar a compreensão de certos fenómenos biológicos e, ainda fornecer elementos a outras metodologias complementares de previsão.

SUMMARY

Early estimate of wine production by means of airborne pollen 1- demarcated region of the douro

With the objective of forecasting the annual production of must (fermenting grape juice) in the Douro Demarcated Region (RDD), we have been proceeding since 1992 to the monitoring of airborne pollen concentration (CPA) in two strategic places of the region, using the "Cour Method" (Cour, 1974).

With the obtained series of pollen/production data, we build on a model whose tests indicate that 93% of the fluctuation of the regional production can be explained and predicted through pollen concentration.

In 1999, the pollen samples obtained and adjusted to the above mentioned model, indicate an average of must production of 220.000 casks of 550 L., being the respective confidence interval

of the average ($p < 5\%$) from 166.000 to 260.000 casks. The increase of risk ($p < 10\%$) causes the decrease of the confidence interval of the average from 174.000 to 250.000 casks.

During the post-blossom period, a great lack of rainfall is more accentuated in the Demarcated Region of the Douro than in other regions where this pollen analysis method has been applied for the forecasting of the crop. It seems that the inter-annual fluctuations of the production are more dependent of the amount of pollen in the air and relegate to a second plan the consequences of the water stress.

RÉSUMÉ

Estimation précoce de la production de vin selon la méthode aéro-pollinique.

1- Région délimitée du Douro (RDD)

On procède dès 1992 à l'enregistrement de la concentration pollinique de l'air (CPA) dans deux locaux stratégiques de la région, employant la "Méthode Cour", (Cour, 1974) comme méthode de prévision annuelle de la production de moût dans la Région Délimitée du Douro.

Avec les données pollen/production obtenues, on a construit un système valable, dont les statistiques signalent que 93% de la variance de la production régionale peut être expliquée et prévue par la concentration pollinique.

Les valeurs des échantillons de pollen qui se rapportent à 1999, indiquent une valeur moyenne de production de moût de 220.000 fûts de 550 litres, étant l'intervalle de sécurité de la moyenne ($p > 5\%$) de 166.000 à 260.000 fûts. L'augmentation du risque ($p < 10\%$), est à l'origine de la diminution de l'intervalle de sécurité de la moyenne et les valeurs vont de 174.00 jusqu'à 250.000 fûts.

Malgré le déficit hydrique dans la période qui suit la floraison soit plus accentué, dans la Région Délimitée du Douro, que dans d'autres régions où la méthode de concentration pollinique de l'air a été appliquée, il semble que les variations inter-annuelles de la production sont plus influencée pour la concentration pollinique que pour le stress hydrique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baugnet E., 1991. Contribution à l'étude des prévisions de récolte viticole à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère. *Mémoire fin d'études. ENITA*. 54 p.+annexes.
- Belmonte, J., Canela, M., Guardans, R., Roure, J., 1988. Comparison of pollen data obtained by Cour and Modified Durham methods. *Pollens et Spores*. **30**(2): 257-264.
- Besselat B., 1987. Les prévisions de récolte en viticulture. *Connaissance de la Vigne et du Vin*. **21**(1): 1-12.
- Besselat B., Cour P., 1990. La prévision de la production viticole à l'aide de la technique de dosage pollinique de l'atmosphère. *Bulletin de l'OIV*. **63**(715:716): 721-740.
- Cour P., 1974. Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollens et Spores*. **16**(1): 103-141.

- Cunha M., 1996. *Previsão Quantitativas de Vindimas na RDD*. Dissertação de Mestrado apresentada na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Gerbier N., Remois P., 1977. Influence du climat sur la qualité et la production du vin de Champagne. *Météorologie Nationale*. Monographie. N° 106.
- IVP 1996. O Vinho do Porto em 1995. Publicação do Instituto do Vinho Porto; ciclostilado.
- Leamer, E. 1983. *Model Choice and Specification Analysis*. Griliches, Z. e Intriligator, M. D. (comp.): Handbook, vol. I, North-Holland.
- May P., 1961. The Value of an estimate of fruiting potential in the Sultana. *Vitis*, **3**, 15-26.
- Panigai L., Moncomble D., 1988. Les prévisions de récolte en Champagne. *Le Vigneron Champenois*. **6** : 359-367.
- Pofique D, Ancel J., 1982- Essai de prévision de la production du vignoble alsacien à partir de données acquises au niveau parcellaire sur un échantillon d'exploitations. *Les Vins d'Alsace*, 283-305.
- Reis R, Lamelas H., 1988- *Tratamento estatístico do balanço hídrico decendial e dos seus componentes com a ETP calculada pelo método de Penman. O clima de Portugal*. Fascículo XXXVI, INMG. Lisboa.
- Schneider C., 1995- La Prévision, un outil pour la maîtrise des fluctuations de rendement en viticulture. In: 8as. *Jornadas da GESCO*. Vairão. Portugal.
- Terraja M., 1981.- *Economie des processus Aleatoires. Le cas du marché Français des vins de consommation*. These pour le Doctorat de l'Université de Montpellier. 426 p.
- Wurgler W., Leyvrag H., Bolay A, 1955- Peut-on prévoir le rendement de la vigne avant le débourrement ?. *Annuaire Agr. Suisse*, 766-783.